

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-111752
 (43)Date of publication of application : 15.04.2003

(51)Int.Cl. A61B 5/22
 A63B 71/06

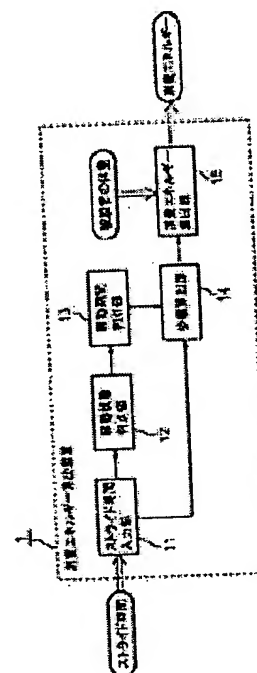
(21)Application number : 2001-310222 (71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK
 (22)Date of filing : 05.10.2001 (72)Inventor : KURONO TAKEHIRO

(54) DEVICE FOR CALCULATING ENERGY CONSUMPTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an energy consumption calculating device for correctly and easily calculating energy consumption.

SOLUTION: A moving state and a still state are discriminated by a moving state discriminating part 12 concerning a stride time inputted from a stride time input part 11. A moving period discriminating part 13 discriminates a moving period based on a time from the still state discriminated by the discriminating part 12 to a succeeding still state. A stride calculating part 14 calculates a stride at every step in the moving period which is discriminated by the discriminating part 13. Then, an energy consumption calculating part 15 calculates energy consumption from the stride calculated by the calculating part 14 and the body weight of a person to be measured.



JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A calculation device which computes energy consumption which an operating personnel consumes by a run or walk, comprising:

A stride time input means which inputs data which recorded a time interval of landing in a run or a walk of said operating personnel as stride time.

A movement state discriminating means which distinguishes a state of rest and a movement state of said operating personnel based on said stride time inputted from said stride time input means.

A discriminating means during a diakinesis stage which distinguishes between diakinesis stages from said state of rest distinguished by said movement state discriminating means based on time to the following state of rest.

As opposed to each of two or more stride time contained during said diakinesis stage, An energy consumption calculating means which computes energy consumption of said operating personnel from said two or more steps computed from said stride time to each of a step calculating means which computes a step in every step, and two or more of said stride time contained during said diakinesis stage, and weight of said operating personnel.

[Claim 2] A step displaying means which displays data of said step computed by said step calculating means, The energy consumption calculation device according to claim 1 having further an energy consumption displaying means which displays data of said energy consumption computed by said energy consumption calculating means.

[Claim 3] A speed feeling table showing relation between said stride time and speed feeling, a speed table showing relation between said stride time and speed, And at least one of the step tables showing relation between said stride time and a step is prepared beforehand, The energy consumption calculation device according to claim 1 having further a conversion method changed into said speed feeling, said speed, or said step from said stride time using said table.

[Claim 4] The energy consumption calculation device according to claim 3 having further a speed feeling displaying means which displays said speed feeling changed by said conversion method, and a speed display means which displays said speed changed by said conversion method.

[Claim 5] The energy consumption calculation device according to claim 1, wherein said movement state discriminating means distinguishes a case where said stride time distinguishes a case below predetermined threshold time from said movement state, and exceeds said predetermined threshold time from said state of rest.

[Claim 6] The energy consumption calculation device according to claim 1, wherein between from said state of rest from which a discriminating means during said diakinesis stage was distinguished by said movement state discriminating means to said following state of rest distinguishes a case more than the predetermined threshold number of steps between said diakinesis stages.

[Claim 7] Have further a stride time correcting process means which amends data of said stride time inputted from said stride time input means, and said stride time correcting process means, The energy consumption calculation device according to claim 1 integrating stride time of less than said predetermined threshold time till stride time more than said predetermined threshold time detected next while detecting stride time more than predetermined threshold time.

[Claim 8] The energy consumption calculation device according to claim 7 characterized by dividing said stride time into a half when said stride time correcting process means computes average value of said stride time and said stride time is contained in a predetermined range centering on average value twice the value of said.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the energy consumption calculation device which computes the energy consumption by a run or walk.

[0002]

[Description of the Prior Art]A run (jogging) or a walk (walking) can be performed easily at health maintenance and improvement, and spread population is also increasing. However, it is becoming important also in order for grasping objective how much it exercised to maintain movement volition. The device for measuring the quantity of motion of the person (operating personnel) by a run or walk is provided [various] until now. In these devices, migration length, movement speed, or energy consumption is computed as quantity of motion of an operating personnel.

[0003]For example, a movement measuring device given in JP,H7-144039,A (document 1), A movement kind is distinguished on the basis of the exercise intensity expressed with the generation time interval and vibrating amount of vibration by a run or walk, and it is asking for energy consumption in totaling the product of the accumulated time for every movement kind, and the constant corresponding to a movement kind.

[0004]To JP,H8-131425,A (document 2). Recognize the pattern of the acceleration waveform obtained by acquiring an acceleration waveform by the acceleration sensor with which the operating personnel was equipped, and action is classified, The momentum measuring device which computes the energy consumption of each classified action, and is computing aggregate consumption energy by totaling those energy consumption further is indicated.

[0005]What is asking for exercise intensity from weight is indicated to be a run pitch for which it asks by carrying out FFT processing of the signal from an acceleration sensor as a movement index measuring device, the step amended according to a run pitch and inclination, and altitude difference to JP,H10-290854,A (document 3).

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in the device indicated in each above-mentioned document, and the used calculating method, there was a problem that it could not ask for the energy consumption of the operating personnel by a run or walk simple in sufficient accuracy. Probably, by document 1, although energy consumption is computed from the generation time interval and vibrating amount of vibration, a calculation procedure becomes complicated and energy consumption cannot be computed simple.

[0007]Although the kind of movement is distinguished from an acceleration waveform and aggregate consumption energy is computed in document 2 by totaling, respectively what computed energy consumption from exercise intensity for every kind of movement, Since energy consumption also including the motion which is unrelated to original movement is computed, exact consumption energy is uncomputable. Although it is asking for the run pitch by carrying out FFT processing of the signal from an acceleration sensor in document 3, This run pitch is average value, and since the step amended according to this also serves as average value, it becomes impossible to compute a step in the fine unit in every step, but to compute energy consumption with sufficient accuracy.

[0008]This invention is made in order to solve the above problem, and it is a thing.

the purpose is to provide the consumption energy calculation device which can compute the energy consumption boiled and depended correctly and simple.

[0009]

[Means for Solving the Problem]An energy consumption calculation device which this invention requires for this invention in order to attain such a purpose is characterized by that a calculation device which computes energy consumption which an operating personnel consumes by a run or walk comprises:

- (1) A stride time input means which inputs data which recorded a time interval of landing in a run or a walk of an operating personnel as stride time.
- (2) A movement state discriminating means which distinguishes a state of rest and a movement state of an operating personnel based on stride time inputted from a stride time input means.
- (3) A discriminating means during a diakinesis stage which distinguishes between diakinesis stages from a state of rest distinguished by movement state discriminating means based on time to the following state of rest.
- (4) As opposed to each of two or more stride time contained during a diakinesis stage, An energy consumption calculating means which computes energy consumption of an operating personnel from two or more steps computed from stride time to each of a step calculating means which computes a step in every step, and two or more stride time contained during (5) diakinesis stages, and weight of an operating personnel.

[0010]An invention-in-this-application person found out that it was possible to compute energy consumption by presuming a movement state, a step, etc. of an operating personnel from stride time, as a result of examining a calculating method of energy consumption of an operating personnel by a run or walk. That is, since it can ask for a step in every step from stride time according to the energy consumption calculation device of composition of having described above, migration length by a run or a walk of an operating personnel is computable correctly and simple. A period which computes energy consumption can be certainly chosen by distinguishing during a movement state, a state of rest, and a diakinesis stage from stride time. As mentioned above, energy consumption is correctly computable from data of stride time.

[0011]In the above-mentioned composition, it is preferred to have further a step displaying means which displays data of a step computed by step calculating means, and an energy consumption displaying means which displays data of energy consumption computed by energy consumption calculating means. Thereby, the operating personnel can check easily a step in a run or a walk, and information on energy consumption.

[0012]A speed feeling table showing relation between stride time and speed feeling, At least one of a speed table showing relation between stride time and speed and the step tables showing relation between stride time and a step is prepared beforehand, and it has further a conversion method changed into speed feeling, speed, or a step from stride time using a table.

[0013]According to the above-mentioned conversion method, energy consumption or not only a step but speed feeling or speed can be found. Since a table prepared beforehand is used, it is convertible for speed feeling, speed, or a step simple from stride time.

[0014]In the above-mentioned composition, it is preferred to have further a speed feeling displaying means which displays speed feeling changed by a conversion method, and a speed display means which displays speed changed by a conversion method. Thereby, the operating personnel can check easily speed feeling in a run or a walk, and information on speed.

[0015]Stride time distinguishes a case below predetermined threshold time from a movement state, and a movement state discriminating means distinguishes a case where predetermined threshold time is exceeded from a state of rest.

[0016]Thus, since only stride related to movement can be certainly chosen by distinguishing a movement state and a state of rest from stride time using threshold time, energy consumption is computable with sufficient accuracy.

[0017]Between from a state of rest from which a discriminating means during a diakinesis stage was distinguished by movement state discriminating means to the following state of rest distinguishes a case more than the predetermined threshold number of steps between diakinesis stages.

[0018]Thus, since only movement related to original movement can be certainly chosen by distinguishing movement followed more than the predetermined number of steps as a period used for calculation of energy consumption, energy consumption is computable with sufficient accuracy.

[0019]Have further a stride time correcting process means which amends data of stride time inputted from a stride time input means, and a stride time correcting process means, While detecting stride time more than predetermined threshold time, stride time of less than predetermined threshold time is integrated till stride time more than predetermined threshold time detected next.

[0020] Thus, by performing processing which integrates stride time shorter than predetermined threshold time, detection of an unnecessary vibration can be removed and exact stride time can be obtained.

[0021] Furthermore, when a stride time correcting process means computes average value of stride time and stride time is contained in a predetermined range centering on one twice the value of average value, stride time is divided into a half.

[0022] Thus, by performing processing which divides into a half stride time contained in a predetermined range, a detection error of landing is amended and exact stride time can be obtained.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the suitable embodiment of the energy consumption calculation device applied to this invention with Drawings is described in detail. In explanation of Drawings, identical codes are given to the same element and the overlapping explanation is omitted to it.

[0024] Drawing 1 is a block diagram showing the composition of a 1st embodiment of the energy consumption calculation device concerning this invention. This device is a calculation device which computes the energy consumption which an operating personnel consumes by a run or walk about the quantity of motion of the person (operating personnel) by a run or walk. The energy consumption calculation device 1 concerning this embodiment is provided with the following.

The stride time input part 11 which inputs stride temporal data.

The movement state discrimination section 12 which distinguishes a movement state etc. from stride time.

The discrimination section 13 during a diakinesis stage which distinguishes between diakinesis stages.

The step calculation part 14 which computes the step in every step, and the energy consumption calculation part 15 which computes energy consumption.

[0025] The stride time input part 11 inputs stride temporal data. Here, stride time is a time interval of landing in a run or walk of an operating personnel. The data of such stride time is acquired by stride time test means, such as portable measuring device with which the belt of the waist of an operating personnel, etc. were equipped, for example. In such a measuring instrument, for example, landing is detected from vibration of the operating personnel equipped with a measuring instrument, etc., and stride temporal data is acquired from the time interval.

[0026] The movement state discrimination section 12 distinguishes the movement state which an operating personnel is moving, and the state of rest which is standing it still without moving based on the stride time inputted from the stride time input part 11. As a method of distinguishing a movement state and a state of rest, the discriminating method by the threshold time set up beforehand is used preferably. In this method, stride time distinguishes the case below predetermined threshold time from a movement state, and distinguishes the case where predetermined threshold time is exceeded from a state of rest.

[0027] The discrimination section 13 during a diakinesis stage distinguishes between diakinesis stages from the state of rest distinguished by the movement state discrimination section 12 based on the time to the following state of rest. Between this diakinesis stage turns into a period used for calculation of energy consumption.

[0028] The data during the diakinesis stage distinguished by the discrimination section 13 during a diakinesis stage is inputted into the step calculation part 14 with the stride temporal data from the stride time input part 11. The step calculation part 14 computes the step in every step during a diakinesis stage. Here, the step in every step is computed from stride time to each of two or more stride time contained during a diakinesis stage.

[0029] And the energy consumption calculation part 15 computes the energy consumption of an operating personnel from the data of the step computed by the step calculation part 14, and the data of the weight of the operating personnel given beforehand. For example, migration length is found from two or more steps computed to each of two or more stride time contained during a diakinesis stage, and energy consumption is computed from migration length and the weight of an operating personnel.

[0030] The effect of the energy consumption calculation device in this embodiment is explained. In the above-mentioned energy consumption calculation device, energy consumption is computed from the stride time in a run or walk of an operating personnel. Although there are many pedometers which compute quantity of motion by the number of steps of an operating personnel conventionally, since concrete walk conditions, such as a step in every step, cannot be taken into consideration, quantity of motion is uncomputable in sufficient accuracy only by the number of steps. On the other hand, according to this consumption energy calculation device, also in consideration of walk conditions, energy

consumption is correctly computable by using the stride time continuously recorded to a run or walk of an operating personnel.

[0031]About measurement of the quantity of motion of an operating personnel, as mentioned above, the method with various methods of using the generation time interval and vibrating amount of vibration with document 1, etc. is proposed. However, in these methods, the calculating method of energy consumption becomes complicated, and the calculation accuracy is not fully acquired, either. On the other hand, according to this consumption energy calculation device, energy consumption is computable correctly and simple only from the data of stride time.

[0032]That is, in the run or walk of an operating personnel which is the target of energy consumption calculation, the invention-in-this-application person found out that a fixed relation between stride time and a step was. Since it can ask for the step in every step from stride time about the calculating method of the energy consumption within between diakinesis stages if this relation is used, it becomes possible to compute migration length correctly and simple. And energy consumption is correctly computable by exact migration length being computed.

[0033]About the period which computes energy consumption, only the stride related to movement can be certainly chosen by distinguishing a movement state and a state of rest from stride time. Energy consumption can be computed by the ability to choose certainly between the diakinesis stages related to original movement by distinguishing between the diakinesis stages when it continued more than the predetermined period.

[0034]About distinction of the movement state in the movement state discrimination section 12, etc., the discriminating method by the threshold time set up beforehand is used. Thus, since only the stride related to movement can be certainly chosen by distinguishing a movement state and a state of rest with the application of threshold time at stride time, energy consumption is computable with sufficient accuracy.

[0035]As concrete threshold time, the stride time in the usual walk, for example 800 or less ms, Since it is 300 ms and about 250 ms in a jogging and marathon and stride time is set to 800 ms or more at least when the operating personnel is standing it still, it is preferred to set threshold time to 800 ms. Or in consideration of other conditions, threshold time may be set as numerical values other than the above. For example, when movement slowly made into the state of rest is repeated, it is preferred to make threshold time into 2 seconds. The discriminating method of other movement states and a state of rest may be used besides the method of using threshold time. As described above, when the stride time in a walk, a jogging, or marathon is known, it is also possible to find speed based on stride time.

[0036]About the distinction during the diakinesis stage in the discrimination section 13 during a diakinesis stage, the threshold number of steps is set up beforehand and it is preferred to carry out the case of movement more than the threshold number of steps between diakinesis stages. Thus, since only movement related to original movement can be certainly chosen by distinguishing movement followed more than the predetermined number of steps as a period used for calculation of energy consumption, energy consumption is computable with sufficient accuracy.

[0037]As the concrete threshold number of steps, it is preferred to consider it as ten steps or 20 steps for example. It replaces with the threshold number of steps, and is good also considering the case of movement beyond threshold distance as between diakinesis stages using threshold distance. As such a threshold distance, it is preferred to set it as 100 m for example.

[0038]Here, while an example of concrete stride temporal data is shown, the outline of the calculating method of the energy consumption in the above-mentioned device is explained. When drawing 2 records the stride temporal data in this example of data, it is a figure showing the walk (run) method which the operating personnel performed. First, it stops and an operating personnel changes direction, after moving the fixed distance of $D = 34$ m by a walk slowly. Next, it stops, after usually moving a return trip by a walk, and direction is changed. And it stops, after already moving an outward trip by a walk, and direction is changed. Finally, it stops, after moving a return trip by jogging.

[0039]Thus, according to the speed feeling (subjective speed) of an operating personnel, reciprocating movement was repeated at uniform velocity, and stride time was measured and recorded by portable measuring device. The switch of portable measuring device may be pushed at the time of arrival and a start, and an event signal may be put in. As for this event signal, that time interval is recorded on portable measuring device. In this example of data, the event signal was used at the time of the Measurement Division start and an end. In order to distinguish movement and stillness clearly, when moving to an end and changing direction, we decided to stand it still for 3 to 4 seconds.

[0040]Drawing 3 is a graph showing the stride temporal data recorded by the method shown in drawing

2, and a vertical axis is made into stride time and it makes the horizontal axis the number of steps. Drawing 4 is the graph which expanded drawing 3 to the longitudinal axis direction. In drawing 4, the period T2 is usually during the diakinesis stage according [the period T4] to a jogging during the diakinesis stage already according [period T3] to a walk during the diakinesis stage by a walk during the diakinesis stage according [the period T1] to a walk slowly. It is the quiescent period T0 which has an operating personnel in a state of rest, respectively between T2, T3, and T4 during [T1] each diakinesis stage.

[0041]This figure shows that stride time becomes short, if the speed of movement becomes quick. It turns out that stride time will become remarkably long if it is stood still, and a movement state and a state of rest can be distinguished easily. If these are used, between the diakinesis stages used for calculation of energy consumption can be distinguished. If correlation with stride time and a step is used, the step corresponding to stride time is called for and the energy consumption of an operating personnel can be computed from this step.

[0042]Drawing 5 is a block diagram showing the composition of a 2nd embodiment of the energy consumption calculation device concerning this invention. The energy consumption calculation device 2 concerning this embodiment, The stride time input part 11, the movement state discrimination section 12, and the discrimination section 13 during a diakinesis stage, The converter 26 which is provided with the step calculation part 14 and the energy consumption calculation part 15, and is further changed into speed feeling, speed, or a step from stride time, It has the stride time correction processing section 27 which amends the data of the stride time obtained from the stride time input part 11, and the display 28 which displays each data.

[0043]About the stride time input part 11, the movement state discrimination section 12, the discrimination section 13 during a diakinesis stage, the step calculation part 14, and the energy consumption calculation part 15, it has a function of the approximately said appearance as a 1st embodiment among these.

[0044]At least one of the speed feeling table 261 showing the relation between stride time and speed feeling, the speed table 262 showing the relation between stride time and speed, and the step tables 263 showing the relation between stride time and a step is beforehand prepared for the converter 26. The converter 26 is changed into speed feeling, speed, or a step from stride time using the speed feeling table 261, the speed table 262, or the step table 263 to each of two or more stride time contained during the diakinesis stage distinguished by the discrimination section 13 during a diakinesis stage.

[0045]Here, in the energy consumption calculation part 15, the step changed by the converter 26 can be replaced with the step computed by the step calculation part 14, and can be used for calculation of energy consumption.

[0046]The stride time correction processing section 27 performs a compensation process if needed about the stride temporal data inputted from the stride time input part 11. While integrating the excessive stride time detected by unnecessary vibration as the method of a compensation process, landing which was not able to detect vibration is interpolated. Concrete for example, about the addition of excessive stride time, while detecting the stride time more than predetermined threshold time, there is the method of integrating the stride time of less than predetermined threshold time till the stride time more than the predetermined threshold time detected next. About interpolation of landing, when the average value of stride time is computed and stride time is contained in the predetermined range centering on one twice the value of average value, there is a method of dividing stride time into a half as a thing with a detection error.

[0047]The display 28 is provided with the following.

The step indicator 24a which displays the data of a step.

The energy consumption indicator 25a which displays the data of energy consumption.

The speed feeling indicator 261a which displays speed feeling.

The speed indicator 262a which displays speed.

The data of the step computed by the step calculation part 14 and the data of a step changed by the converter 26 are displayed on the step indicator 24a. The data of the energy consumption computed by the energy consumption calculation part 15 is displayed on the energy consumption indicator 25a. The speed feeling changed by the converter 26 is displayed on the speed feeling indicator 261a. The speed changed by the converter 26 is displayed on the speed indicator 262a.

[0048]According to the energy consumption calculation device in this embodiment, also in consideration of walk conditions, energy consumption is correctly computable by using the stride time continuously recorded to a run or walk of an operating personnel. Energy consumption is computable correctly and

simple only from the data of stride time.

[0049] That is, since it can ask for the step in every step from stride time about the calculating method of the energy consumption within between diakinesis stages, it becomes possible to compute migration length correctly and simple. And energy consumption is correctly computable by exact migration length being computed. About the period which computes energy consumption, only the stride related to movement can be certainly chosen by distinguishing a movement state and a state of rest from stride time. Energy consumption can be computed by the ability to choose certainly between the diakinesis stages related to original movement by distinguishing between the diakinesis stages when it continued more than the predetermined period.

[0050] In this embodiment, the converter 26 which changes data using a table (relation table) is formed independently [the step operation part 14]. In this converter 26, since the table prepared beforehand is used, it is convertible for speed feeling, speed, or a step simple from stride time. And since it is convertible for a step from stride time using a table, energy consumption can be computed by the ability to compute a step, even if migration length is strange.

[0051] About calculation of the step in the step calculation part 14, if migration length is known, the step in every step is computable from the migration length between two or more stride time contained during a diakinesis stage, and the diakinesis stage of those. If migration length is strange, the step in every step is computable from the expression of relations showing correlation with the stride time and the step which were called for beforehand.

[0052] The stride time correction processing section 27 which performs a compensation process to the inputted data of stride time is formed. Detection of an unnecessary vibration is removed by performing processing which integrates stride time shorter than predetermined threshold time by this. By performing processing which divides into a half the stride time contained in the predetermined range, the detection error of landing is amended and exact stride time can be obtained.

[0053] The display 28 which displays each data called for by this consumption energy calculation device 2 is formed. It becomes possible by the correlation with the data of a step, the data of energy consumption, speed feeling, speed, or they and stride time, etc. being displayed with this display 28 to check these information easily.

[0054] The calculating method of energy consumption using the energy consumption calculation device by the above-mentioned embodiment is explained concretely. Here, the step used for calculation of energy consumption changes with a height difference, forms, athletic abilities, etc. for every individual who becomes an operating personnel. On the other hand, if I have the fixed distance D beforehand moved to an operating personnel with various speed feelings and the data about the stride time, a step, etc. is taken as shown in drawing 2. The relation between stride time and a step can be defined according to an individual, and energy consumption can be computed more correctly. Or it is also possible to create beforehand the tables 261, 262, and 263 applied to the individual in the converter 26 from those data.

[0055] The example of data acquired when I had movement as shown in drawing 2 as a standard of consumption energy calculation in this way performed to below explains the values of each quantity of motion, such as a step and energy consumption, or those calculating methods. However, the calculating method of each quantity of motion explained below can be similarly applied, not only when based on such a special walk method, but when the operating personnel is performing a usual run or walk.

[0056] Although it is also possible to measure criterion data for every individual and to create an expression of relations and a table about the relation of the stride time and the step which are applied to an individual, as mentioned above, For example, a common expression of relations, a table, etc. which averaged the individual's data and were called for are prepared beforehand, and the method of using it, etc. are possible.

[0057] First, the calculating method of the step in the step calculation part 14 and the converting method of each data in the converter 26 are explained. In order considering the case where the relation between stride time and a step is strange to ask for a step here, moving continuously (a run or a walk) and its migration length are required. If the state of rest is mixing on the way like drawing 3, even if distance is known, it cannot ask for an exact step.

[0058] In the step calculation part 14, while computing a step about between the diakinesis stages distinguished by the discrimination section 13 during a diakinesis stage, the method of computing a step using a relation that the step in every step is mostly in inverse proportion to stride time can be used. That is, the step [migration length / during a diakinesis stage / sequence / D and / stride temporal data] according to the speed for every operating personnel in s_1 , s_2 , —, dividing the migration length D

internally using the reciprocal of s_n , if s_n is computable.

[0059] If $1/s_1$, $1/s_2$, ..., $1/s_n$ are calculated and the integrated value is specifically made into $IS = \sum (1/s_n)$, the step d_1 in every step, d_2 , ..., d_n are computable by $d_n = D_x (1/s_n) / IS$. Drawing 6 is the graph with which the step called for by the step calculation part 14 was divided and expressed between [$T_1 - T_4$ / every] diakinesis stages, making a vertical axis into a step and making the horizontal axis into the number of steps -- A1 -- the period T_1 -- walking slowly -- A2 -- the period T_2 -- usually walking -- A3 -- period T_3 -- he already walks and A4 shows the jogging in the period T_4 .

[0060] Drawing 6 shows that it is not necessarily fixed, although each stride time during the same diakinesis stage is equal in general. This is considered that unevenness of a road surface, the habituation of a walk, condition, etc. have influenced. Then, the ambulatory ability of an operating personnel can be evaluated or measured by calculating the average value of a step, and a variance. This average value means the step to how to walk along an operating personnel, and the variance supports dispersion in the way of walking depended on the influence of the above-mentioned condition etc. Since the step at the time of a walk start and an end, etc. shift from an average in many cases, when distance is short, removing from adjustment computation etc. sometimes needs to be taken into consideration about five steps approximately.

[0061] Drawing 7 is the graph with which the relation between stride time and a step was expressed from the result of drawing 6, and a vertical axis is made into stride time, it makes the horizontal axis the step, B1 walks slowly, B-2 usually walks, B3 already walks, and B4 shows the jogging. Thus, fixed correlation is between stride time and a step. And if the relation of this stride time and step is memorized on the step table 263, in the converter 26, it is convertible for a step from stride time using the step table 263. Or it may ask for a formula from this relation, and that expression of relations may be used for the step calculation by the step calculation part 14.

[0062] Drawing 8 is the table which summarized transit time, mean velocity, an average step, the number of steps, average stride time, and the total distance for every speed feeling. From such data, correlation with stride time and speed feeling, correlation with stride time and speed, etc. can be searched for.

[0063] Drawing 9 is a graph showing the relation between stride time and speed, and a vertical axis is made into stride time and it makes the horizontal axis speed. This figure shows that there is a relation of reverse proportion to the relation between stride time and speed mostly. These inclination differs for every individual, and parallel translation of it is carried out to right-hand side as ambulatory ability is excellent. If this change is seen, evaluation of the movement effect will be attained. And if the relation of this stride time and speed is memorized to the speed table 262, in the converter 26, it is convertible for speed from stride time using the speed table 262. Or in quest of a formula, that expression of relations may be used from this relation.

[0064] Drawing 10 is a graph showing the relation between a step and speed, and a vertical axis is made into a step and it makes the horizontal axis speed. If the relation between stride time and speed feeling is called for similarly and memorized on the speed feeling table 261, in the converter 26, it is convertible for speed feeling from stride time using the speed feeling table 261. Or in quest of a formula, that expression of relations may be used from this relation.

[0065] Drawing 11 is a graph showing the relation between speed feeling and the number of steps, and a vertical axis is considered as speed feeling, it makes the horizontal axis the number of steps, and the stride time of the vertical axis is changed into speed feeling by the converter 26. In such a graph, if the number of steps of a horizontal axis is changed into time, change of the speed feeling accompanying change of time can be known. Action of an operating personnel can be presumed from change of stride time. For example, if stillness and slow movement are repeated, it can be presumed that action which moves while looking at goods, such as shopping, is carried out.

[0066] Next, calculation of the energy consumption in the energy consumption calculation part 15 is explained. The energy consumption calculation part 15 computes energy consumption from the step computed by the step calculation part 14 or the step changed by the converter 26, and the weight of an operating personnel. That is, energy consumption is computable from migration length and the weight of an operating personnel by finding migration length from two or more steps computed to each of two or more stride time contained during a diakinesis stage, for example.

[0067] As a calculating method of the energy consumption from migration length, energy consumption is computable from the proportionality under the condition that energy consumption is proportional to the weight of migration length and an operating personnel. For example, since energy required in order to move the weight of 1 kg 1 km is 1 kcal (4184J), it can compute energy consumption by asking for the product of the weight of an operating personnel, and migration length. In this method, supposing a

person with a weight of 60 kg moves 10 km, it will be set to 10 km [60 kg x] = 600 kcal, for example. [0068]It is also possible to compute energy consumption using calculating methods other than the above. Drawing 12 is the graph with which the relation between energy consumption and speed was expressed according to weight, and a vertical axis is made into energy consumption and it makes the horizontal axis speed. About the graphs W1-W8, the case where W1 of the top is the weight of 80 kg is shown, 5 kg becomes light at a time below, and the case where W8 of the bottom is the weight of 45 kg is shown. As it is indicated in drawing 12 as energy consumption and speed, it is known that there is a fixed relation according to the weight of an operating personnel, and it may ask for energy consumption from this relation. It may ask for energy consumption from METS (Metabolic Equivalent) which shows the oxygen uptake according to exercise intensity.

[0069]Next, the compensation process of the stride temporal data in the stride time correction processing section 27 is explained. Although the portable measuring device used here has detected vibration of landing with the pendulum sensor, an unnecessary vibration may be detected in such a measuring instrument by the influence of the strong vibration at the time of the character frequency of a pendulum sensor, a complicated vibration of the body, flinging up of a leg, and landing, etc. In particular, an unnecessary vibration occurs mostly under the influence of the strong vibration at the time of flinging up of a leg and landing, etc. Drawing 13 is a graph showing a part of raw stride temporal data, and a vertical axis is made into stride time and it makes the horizontal axis the number of steps. For example, detection of vibration which does not need the comparatively short stride time when stride time appears in the portion for 100 or less ms is expressed with drawing 13.

[0070]Since fixed time does not land as a method of removing detection of an unnecessary vibration once detecting landing, the time can consider how to set up dead time not detect vibration. However, since exact stride time is unrecordable only by setting up dead time simply, in order to compute consumption energy correctly based on stride time, by the method of setting up dead time, it is unsolvable.

[0071]Then, the stride time correction processing section 27 amends the detection error contained in the stride temporal data inputted from the stride time input part 11. Drawing 14 is a flow chart which shows the flow of processing of the stride time correction processing section 27.

[0072]First, the stride time more than predetermined threshold time is detected from the stride time inputted from the stride time input part 11 (Step S1). Next, stride time shorter than the threshold time by the stride time detected from the stride time more than the predetermined threshold time detected at Step S1 next is integrated, and detection of an unnecessary vibration is removed (Step S2). The average value of stride time is computed (Step S3). And when stride time is contained in the range centering on one twice the value of average value, processing which divides stride time into a half is performed, and the data of landing which was not detected is compensated (step S4).

[0073]Drawing 15 is a graph showing a part of result which was carried out in this way and amended, and a vertical axis is made into stride time and it makes the horizontal axis the number of steps. Detection of an unnecessary vibration from which stride time appeared this in the portion for 100 or less ms in drawing 13 as compared with drawing 13 is removed. Since the removed stride time is added, on the whole, stride time is increasing. The stride temporal data shown in drawing 3 and drawing 4 is the thing after performing such a compensation process.

[0074]A fluctuation period on either side and the character frequency of a pendulum sensor resonate, and a vibration pattern may be generated. However, in such a case, removing with averaging on either side is possible.

[0075]The energy consumption calculation device by this invention is not restricted to the embodiment and working example which were mentioned above, and various modification is possible for it. For example, it is also possible to transmit stride temporal data to the energy consumption calculation device concerning this invention via the Internet, and to compute energy consumption.

[0076]Drawing 16 is an outline lineblock diagram of the network system which transmits stride temporal data via the Internet and computes energy consumption. In this system, the consumption energy calculation device 1 as shown in drawing 1 or drawing 5 is installed, for example in the healthy center which has managed an individual's health condition. And the stride temporal data currently recorded on the portable measuring device 40, Using the personal computer 41, the cellular phone 42, the personal digital assistant 43, or the transmission part 44, by Internet 50 course, it is transmitted to a healthy center and energy consumption is computed in the energy consumption calculation device 1 in a healthy center. The computed energy consumption is Internet 50 course, and can be perused using the personal computer 41, the cellular phone 42, or the personal digital assistant 43.

[0077]First, the processing in the healthy center at the time of transmitting stride temporal data is explained. The user who is an operating personnel accesses the consumption energy-data distribution system 3 in a healthy center by Internet 50 course, and enters a user ID and a password. The user ID and password which were entered from the interface part 31 are received in the receive section 32. And if a user is attested by the ID recognition part 33, transmission of stride temporal data will be attained and accounting will be performed by the accounting part 35. The transmitted stride temporal data is inputted into the energy consumption calculation device 1 by the demand discrimination section 34. And the data of the energy consumption computed by the energy consumption calculation device 1 is recorded on the database 36.

[0078]Next, the processing in the healthy center in the case of perusing consumption energy data is explained. Like the time of stride temporal data transmission, a user accesses the consumption energy-data distribution system 3 in a healthy center by Internet 50 course, and enters a user ID and a password. And if a user is attested by the ID recognition part 33, directions of output data creation will be sent to the data creation part 37 from the demand discrimination section 34. The data creation part 37 searches a user's consumption energy data from the database 36, and outputs them to the transmission section 38. And it is transmitted to the interface part 31 from the transmission section 38, and a user's consumption energy data are transmitted to a user by Internet 50 course. Here, when perusing consumption energy data from a homepage using the personal computer 41, it is no charge, but when perusing using the cellular phone 42, a display is changed into the screens of the cellular phone 42, and a predetermined fee is charged per time. This fee totals for every month and a user is asked for it.

[0079]As mentioned above, according to the consumption energy-data distribution system using the energy consumption calculation device by this invention, the operating personnel can know easily the data of quantity of motion, such as the step, energy consumption, etc. Such a consumption energy calculation device may be arranged at each home.

[0080]The data of such consumption energy etc. is applicable not only to health care, such as a diet, but a diabetic's quantity-of-motion grasp and a sport player's quantity-of-motion grasp as objective information on a lifestyle. The period time of the repetition cycle in movement has been foundations, and the technique used by this invention can be applied to other sports. For example, it is applicable to a swimmer's stroke distance and stroke time by making it correspond to the stroke of swimming.

[0081]In the energy consumption calculation device mentioned above, energy consumption is computed, for example according to the migration length of an operating personnel from the step called for from stride time. As far as a run and a walk are concerned, if the energy consumption of an operating personnel has the same migration length, it is almost the same. Therefore, according to the above-mentioned calculating method, it can evaluate correctly, without depending the energy consumption by a run or walk on movement speed etc., and the rule of thumb of proper movement, etc. can be provided to an operating personnel.

[0082]The step of an operating personnel itself is effective as data of quantity of motion. That is, a step will become large if it moves quickly, although there is [individual difference] a step in a run or a walk. And this step cannot expand a step without muscular power depending on the muscular power of an operating personnel. therefore, the thing to see for change of the step over fixed time — **** of an operating personnel — strengthening of a cardiopulmonary function etc. can already be evaluated.

[0083]

[Effect of the Invention]As mentioned above, the energy consumption calculation device concerning this invention can compute energy consumption correctly also in consideration of walk conditions by using the stride time continuously recorded to a run or walk of an operating personnel as explained in detail. Energy consumption is computable correctly and simple only from the data of stride time.

[0084]That is, since it can ask for the step in every step from stride time about the calculating method of the energy consumption within between diakinesis stages, it becomes possible to compute migration length correctly and simple. And energy consumption is correctly computable by exact migration length being computed. About the period which computes energy consumption, only the stride related to movement can be certainly chosen by distinguishing a movement state and a state of rest from stride time. Energy consumption can be computed by the ability to choose certainly between the diakinesis stages related to original movement by distinguishing between the diakinesis stages when it continued more than the predetermined period.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-111752
(P2003-111752A)

(43) 公開日 平成15年4月15日 (2003.4.15)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームコード* (参考)

A 6 1 B 5/22

A 6 1 B 5/22

B

A 6 3 B 71/06

A 6 3 B 71/06

J

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-310222(P2001-310222)

(22) 出願日 平成13年10月5日 (2001.10.5)

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者 黒野 剛弘

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(74) 代理人 100088155

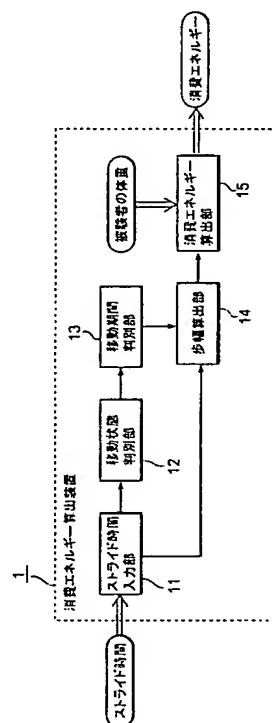
弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 消費エネルギー算出装置

(57) 【要約】

【課題】 消費エネルギーが正確かつ簡便に算出される消費エネルギー算出装置を提供する。

【解決手段】 ストライド時間入力部11から入力されたストライド時間は、移動状態判別部12によって移動状態と静止状態とを判別される。そして、移動期間判別部13は、移動状態判別部12によって判別された静止状態から次の静止状態までの時間に基づいて移動期間を判別する。さらに、歩幅算出部14は、移動期間判別部13によって判別された移動期間における一歩ごとの歩幅を算出する。そして、消費エネルギー算出部15は、歩幅算出部14によって算出された歩幅と被測定者の体重とから消費エネルギーを算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被測定者が走行又は歩行によって消費する消費エネルギーを算出する算出装置であって、前記被測定者の走行又は歩行における着地の時間間隔をストライド時間として記録したデータを入力するストライド時間入力手段と、前記ストライド時間入力手段から入力された前記ストライド時間に基づいて前記被測定者の静止状態と移動状態とを判別する移動状態判別手段と、前記移動状態判別手段によって判別された前記静止状態から次の静止状態までの時間に基づいて移動期間を判別する移動期間判別手段と、前記移動期間に含まれる複数のストライド時間のそれぞれに対して、前記ストライド時間から一歩ごとの歩幅を算出する歩幅算出手段と、前記移動期間に含まれる前記複数のストライド時間のそれぞれに対して算出された複数の前記歩幅と前記被測定者の体重とから前記被測定者の消費エネルギーを算出する消費エネルギー算出手段と、を備えることを特徴とする消費エネルギー算出装置。

【請求項 2】 前記歩幅算出手段によって算出された前記歩幅のデータを表示する歩幅表示手段と、前記消費エネルギー算出手段によって算出された前記消費エネルギーのデータを表示する消費エネルギー表示手段と、をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の消費エネルギー算出装置。

【請求項 3】 前記ストライド時間と速さ感覚との関係を示す速さ感覚テーブル、前記ストライド時間と速度との関係を示す速度テーブル、及び前記ストライド時間と歩幅との関係を示す歩幅テーブルの少なくとも一つをあらかじめ用意し、前記テーブルを用いて前記ストライド時間から前記速さ感覚、前記速度、又は前記歩幅に変換する変換手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の消費エネルギー算出装置。

【請求項 4】 前記変換手段によって変換された前記速さ感覚を表示する速さ感覚表示手段と、前記変換手段によって変換された前記速度を表示する速度表示手段と、をさらに備えることを特徴とする請求項 3 に記載の消費エネルギー算出装置。

【請求項 5】 前記移動状態判別手段は、前記ストライド時間が、所定の閾値時間以下の場合を前記移動状態と判別し、前記所定の閾値時間を超える場合を前記静止状態と判別することを特徴とする請求項 1 に記載の消費エネルギー算出装置。

【請求項 6】 前記移動期間判別手段は、前記移動状態判別手段によって判別された前記静止状態から前記次の静止状態までの間が、所定の閾値歩数以上の場合を前記移動期間と判別することを特徴とする請求項 1 に記載の

消費エネルギー算出装置。

【請求項 7】 前記ストライド時間入力手段から入力された前記ストライド時間のデータを補正するストライド時間補正処理手段をさらに備え、

前記ストライド時間補正処理手段は、所定の閾値時間以上のストライド時間を検出するとともに、次に検出される前記所定の閾値時間以上のストライド時間まで前記所定の閾値時間未満のストライド時間を積算することを特徴とする請求項 1 に記載の消費エネルギー算出装置。

【請求項 8】 前記ストライド時間補正処理手段は、前記ストライド時間の平均値を算出して、前記平均値の 2 倍の値を中心とする所定の範囲に前記ストライド時間が含まれる場合に、前記ストライド時間を半分に分割することを特徴とする請求項 7 に記載の消費エネルギー算出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、走行又は歩行による消費エネルギーを算出する消費エネルギー算出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 健康維持、増進には走行（ジョギング）又は歩行（ウォーキング）が手軽にでき、普及人口も増加してきている。しかし、どのくらい運動したかを客観的に把握することが運動意欲を維持するためにも重要となってきた。走行又は歩行による人（被測定者）の運動量を測定するための装置は、これまでに各種提供されている。これらの装置では、被測定者の運動量として、移動距離、移動速度、又は消費エネルギーなどが算出される。

【0003】 例えば、特開平 7-144039 号公報（文献 1）に記載の運動測定装置は、走行又は歩行による振動の発生時間間隔及び振動量で表される運動強度を基準として運動種類を判別し、運動種類ごとの累積時間と運動種類に対応した定数との積を合計することで消費エネルギーを求めている。

【0004】 また、特開平 8-131425 号公報（文献 2）には、被測定者に装着された加速度センサによって加速度波形を取得し、得られた加速度波形のパターンを認識して行動を類別し、類別された各行動の消費エネルギーを算出し、さらにそれらの消費エネルギーを総和して総消費エネルギーを算出している運動量測定装置が開示されている。

【0005】 また、運動指標測定装置として、加速度センサからの信号を FFT 処理することで求める走行ピッチと、走行ピッチ及び勾配に応じて補正された歩幅と、高度差と、体重とから運動強度を求めているものが、特開平 10-290854 号公報（文献 3）に記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した各文献に記載された装置及び用いている算出方法では、走行又は歩行による被測定者の消費エネルギーを充分な精度で簡便に求めることができないという問題があった。まず文献1では、振動の発生時間間隔及び振動量から消費エネルギーを算出しているが、算出手順が複雑になり消費エネルギーを簡便に算出することができない。

【0007】また文献2では、加速度波形から運動の種類を判別し、運動の種類ごとに運動強度から消費エネルギーを算出したものをそれぞれ総和することで総消費エネルギーを算出しているが、本来の運動に関係のない動きも含めた消費エネルギーが算出されるため、正確な消費エネルギーを算出することができない。また文献3では、加速度センサからの信号をFFT処理することで走行ピッチを求めているが、この走行ピッチは平均値であり、これに応じて補正される歩幅も平均値となることから、一步ごとの細かな単位で歩幅を算出することができず精度良く消費エネルギーを算出することができなくなる。

【0008】本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、走行又は歩行による消費エネルギーを正確かつ簡便に算出することが可能な消費エネルギー算出装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明に係る消費エネルギー算出装置は、被測定者が走行又は歩行によって消費する消費エネルギーを算出する算出装置であって、(1)被測定者の走行又は歩行における着地の時間間隔をストライド時間として記録したデータを入力するストライド時間入力手段と、

(2)ストライド時間入力手段から入力されたストライド時間に基づいて被測定者の静止状態と移動状態とを判別する移動状態判別手段と、(3)移動状態判別手段によって判別された静止状態から次の静止状態までの時間に基づいて移動期間を判別する移動期間判別手段と、

(4)移動期間に含まれる複数のストライド時間のそれぞれに対して、ストライド時間から一步ごとの歩幅を算出する歩幅算出手段と、(5)移動期間に含まれる複数のストライド時間のそれぞれに対して算出された複数の歩幅と被測定者の体重とから被測定者の消費エネルギーを算出する消費エネルギー算出手段とを備えることを特徴とする。

【0010】本願発明者は、走行又は歩行による被測定者の消費エネルギーの算出方法について検討した結果、ストライド時間から被測定者の移動状態や歩幅などを推定して消費エネルギーの算出を行うことが可能であることを見出した。すなわち、上記した構成の消費エネルギー算出装置によれば、ストライド時間から一步ごとの歩幅を求めることができるので、被測定者の走行又は歩行

による移動距離を正確かつ簡便に算出することができ。また、ストライド時間から移動状態、静止状態、及び移動期間を判別することにより、消費エネルギーの算出を行う期間を確実に選択することができる。以上より、ストライド時間のデータから、消費エネルギーを正確に算出することができる。

【0011】上記した構成においては、歩幅算出手段によって算出された歩幅のデータを表示する歩幅表示手段と、消費エネルギー算出手段によって算出された消費エネルギーのデータを表示する消費エネルギー表示手段とをさらに備えることが好ましい。これにより、被測定者は、走行又は歩行での歩幅及び消費エネルギーの情報を容易に確認することができる。

【0012】また、ストライド時間と速さ感覚との関係を示す速さ感覚テーブル、ストライド時間と速度との関係を示す速度テーブル、及びストライド時間と歩幅との関係を示す歩幅テーブルの少なくとも一つをあらかじめ用意し、テーブルを用いてストライド時間から速さ感覚、速度、又は歩幅に変換する変換手段をさらに備えることを特徴とする。

【0013】上記変換手段によれば、消費エネルギー又は歩幅だけでなく、速さ感覚又は速度を求めることができる。また、あらかじめ用意されたテーブルを用いているので、ストライド時間から簡便に速さ感覚、速度、又は歩幅に変換することができる。

【0014】上記した構成においては、変換手段によって変換された速さ感覚を表示する速さ感覚表示手段と、変換手段によって変換された速度を表示する速度表示手段とをさらに備えることが好ましい。これにより、被測定者は、走行又は歩行での速さ感覚及び速度の情報を容易に確認することができる。

【0015】また、移動状態判別手段は、ストライド時間が、所定の閾値時間以下の場合を移動状態と判別し、所定の閾値時間を超える場合を静止状態と判別することを特徴とする。

【0016】このように、ストライド時間から閾値時間を用いて移動状態と静止状態を判別することで、移動に関係するストライドのみを確実に選択することができるので、精度良く消費エネルギーを算出することができる。

【0017】また、移動期間判別手段は、移動状態判別手段によって判別された静止状態から次の静止状態までの間が、所定の閾値歩数以上の場合を移動期間と判別することを特徴とする。

【0018】このように、所定の歩数以上の連続した移動を消費エネルギーの算出に用いる期間として判別することで、本来の運動に関係する移動のみを確実に選択することができるので、精度良く消費エネルギーを算出することができる。

【0019】また、ストライド時間入力手段から入力さ

れたストライド時間のデータを補正するストライド時間補正処理手段をさらに備え、ストライド時間補正処理手段は、所定の閾値時間以上のストライド時間を検出するとともに、次に検出される所定の閾値時間以上のストライド時間まで所定の閾値時間未満のストライド時間を積算することを特徴とする。

【0020】このように、所定の閾値時間より短いストライド時間を積算する処理を行うことで、不要な振動の検出を除去して正確なストライド時間を得ることができる。

【0021】さらにストライド時間補正処理手段は、ストライド時間の平均値を算出して、平均値の2倍の値を中心とする所定の範囲にストライド時間が含まれる場合に、ストライド時間を半分に分割することを特徴とする。

【0022】このように、所定の範囲に含まれるストライド時間を半分に分割する処理を行うことで、着地の検出ミスが補正されて正確なストライド時間を得ることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面とともに本発明に係る消費エネルギー算出装置の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【0024】図1は、本発明に係る消費エネルギー算出装置の第1実施形態の構成について示すブロック図である。本装置は、走行又は歩行による人（被測定者）の運動量に関して、被測定者が走行又は歩行によって消費する消費エネルギーを算出する算出装置である。本実施形態に係る消費エネルギー算出装置1は、ストライド時間データを入力するストライド時間入力部11と、ストライド時間から移動状態等を判別する移動状態判別部12と、移動期間を判別する移動期間判別部13と、一歩ごとの歩幅を算出する歩幅算出部14と、消費エネルギーを算出する消費エネルギー算出部15とを備える。

【0025】ストライド時間入力部11は、ストライド時間データを入力する。ここで、ストライド時間とは、被測定者の走行又は歩行における着地の時間間隔のことである。このようなストライド時間のデータは、例えば、被測定者の腰のベルトなどに装着された携帯型測定器などのストライド時間測定手段によって取得される。このような測定器では、例えば、測定器を装着している被測定者の振動などから着地を検出して、その時間間隔からストライド時間データを取得する。

【0026】移動状態判別部12は、ストライド時間入力部11から入力されたストライド時間に基づいて、被測定者が移動しつつある移動状態と、移動せずに静止している静止状態とを判別する。移動状態と静止状態とを判別する方法としては、好ましくは、あらかじめ設定された閾値時間による判別方法が用いられる。この方法で

は、ストライド時間が、所定の閾値時間以下の場合を移動状態と判別し、所定の閾値時間を超える場合を静止状態と判別する。

【0027】また、移動期間判別部13は、移動状態判別部12によって判別された静止状態から次の静止状態までの時間に基づいて移動期間を判別する。この移動期間が、消費エネルギーの算出に用いられる期間となる。

【0028】移動期間判別部13によって判別された移動期間のデータは、ストライド時間入力部11からのストライド時間データとともに、歩幅算出部14に入力される。歩幅算出部14は、移動期間における一歩ごとの歩幅を算出する。ここでは、移動期間に含まれる複数のストライド時間のそれぞれに対して、ストライド時間から一歩ごとの歩幅を算出する。

【0029】そして、消費エネルギー算出部15は、歩幅算出部14によって算出された歩幅のデータと、あらかじめ与えられた被測定者の体重のデータとから被測定者の消費エネルギーを算出する。例えば、移動期間に含まれる複数のストライド時間のそれぞれに対して算出された複数の歩幅から移動距離を求めて、移動距離と被測定者の体重とから消費エネルギーを算出する。

【0030】本実施形態における消費エネルギー算出装置の効果について説明する。上記した消費エネルギー算出装置では、被測定者の走行又は歩行におけるストライド時間から消費エネルギーを算出している。従来、被測定者の歩数によって運動量を算出する歩数計は多いが、歩数のみでは、一歩ごとの歩幅などの具体的な歩行条件を考慮することができないので、十分な精度で運動量を算出することはできない。これに対して、本消費エネルギー算出装置によれば、被測定者の走行又は歩行に対して連続的に記録されたストライド時間を用いることによって、歩行条件をも考慮して、消費エネルギーを正確に算出することができる。

【0031】また、被測定者の運動量の測定について、上述したように、文献1での振動の発生時間間隔及び振動量を用いる方法などの様々な方法が提案されている。しかしながら、これらの方法では、消費エネルギーの算出方法が複雑になり、また、その算出精度も充分には得られない。これに対して、本消費エネルギー算出装置によれば、ストライド時間のデータのみから消費エネルギーを正確かつ簡便に算出することができる。

【0032】すなわち、本願発明者は、消費エネルギー算出の対象となる被測定者の走行又は歩行において、ストライド時間と歩幅との間には一定の関係があることを見出した。この関係を利用すれば、移動期間内での消費エネルギーの算出方法について、ストライド時間から一歩ごとの歩幅を求めることができるので、移動距離を正確かつ簡便に算出することが可能となる。そして、正確な移動距離が算出されることで、消費エネルギーを正確に算出することができる。

【0033】また、消費エネルギーを算出する期間については、ストライド時間から移動状態と静止状態を判別することで、移動に関係するストライドのみを確実に選択することができる。さらに、所定の期間以上の連続した移動期間を判別することで、本来の運動に関係する移動期間のみを確実に選択して消費エネルギーの算出を行うことができる。

【0034】また、移動状態判別部 12 における移動状態等の判別については、あらかじめ設定された閾値時間による判別方法を用いている。このように、ストライド時間に閾値時間を適用して移動状態と静止状態とを判別することで、移動に関係するストライドのみを確実に選択することができるので、精度良く消費エネルギーを算出することができる。

【0035】具体的な閾値時間としては、例えば、通常の歩行におけるストライド時間は 800ms 以下、ジョギング、マラソンにおいては 300ms、250ms 程度であることから、被測定者が静止している場合は少なくともストライド時間が 800ms 以上となるので、閾値時間を 800ms とすることが好ましい。あるいは、他の条件を考慮して、上記以外の数値に閾値時間を設定しても良い。例えば、静止状態とゆっくりした移動とが繰り返される場合には、閾値時間を 2 秒とすることが好ましい。また、閾値時間を用いる方法以外にも、他の移動状態及び静止状態の判別方法を用いても良い。さらに、上記したように歩行、ジョギング、又はマラソンなどにおけるストライド時間がわかっている場合、ストライド時間に基づいて速さを求めることも可能である。

【0036】また、移動期間判別部 13 における移動期間の判別については、あらかじめ閾値歩数を設定しておき、閾値歩数以上の移動の場合を移動期間とすることが好ましい。このように、所定の歩数以上の連続した移動を消費エネルギーの算出に用いる期間として判別することで、本来の運動に関係する移動のみを確実に選択することができるので、精度良く消費エネルギーを算出することができる。

【0037】具体的な閾値歩数としては、例えば、10 歩、あるいは 20 歩とすることが好ましい。また、閾値歩数に代えて閾値距離を用い、閾値距離以上の移動の場合を移動期間としても良い。このような閾値距離としては、例えば、100m に設定することが好ましい。

【0038】ここで、具体的なストライド時間データの一例を示すとともに、上記した装置における消費エネルギーの算出方法の概略を説明する。図 2 は、本データ例におけるストライド時間データを記録する際に被測定者が行った歩行（走行）方法を示す図である。被測定者は最初に、ゆっくり歩きで固定距離 $D = 34\text{m}$ を移動した後、停止して向きを変える。次に、復路を普通歩きで移動した後に停止して向きを変える。そして、往路を早歩きで移動した後に停止して向きを変える。最後に、復路

をジョギングで移動した後に停止する。

【0039】このように、被測定者の速さ感覚（主観的な速さ）に応じて等速で往復運動を繰り返し、携帯型測定器によってストライド時間を測定し記録した。また、到着、出発時に携帯型測定器のスイッチを押して、イベント信号を入れても良い。このイベント信号はその時間間隔が携帯型測定器に記録される。本データ例では、計測開始及び終了時にイベント信号を用いた。また、移動と静止とを明確に区別するため、端まで移動して向きを変える際に 3～4 秒間静止することとした。

【0040】図 3 は、図 2 に示す方法で記録したストライド時間データを表したグラフで、縦軸をストライド時間、横軸を歩数としている。また図 4 は、図 3 を縦軸方向に拡大したグラフである。図 4 において、期間 T1 はゆっくり歩きによる移動期間、期間 T2 は普通歩きによる移動期間、期間 T3 は早歩きによる移動期間、期間 T4 はジョギングによる移動期間である。また、各移動期間 T1、T2、T3、T4 の間は、それぞれ被測定者が静止状態にある静止期間 T0 となっている。

【0041】この図から、移動の速さが速くなればストライド時間は短くなることがわかる。また、静止していればストライド時間が著しく長くなって、移動状態と静止状態とを容易に区別できることがわかる。これらを利用すれば、消費エネルギーの算出に用いる移動期間について判別することができる。さらに、ストライド時間と歩幅との相関を用いれば、ストライド時間に対応する歩幅が求められ、この歩幅から、被測定者の消費エネルギーを算出することができる。

【0042】図 5 は、本発明に係る消費エネルギー算出装置の第 2 実施形態の構成について示すブロック図である。本実施形態に係る消費エネルギー算出装置 2 は、ストライド時間入力部 11 と、移動状態判別部 12 と、移動期間判別部 13 と、歩幅算出部 14 と、消費エネルギー算出部 15 とを備え、さらに、ストライド時間から速さ感覚、速度、又は歩幅に変換する変換部 26 と、ストライド時間入力部 11 から得られたストライド時間のデータを補正するストライド時間補正処理部 27 と、各データを表示する表示装置 28 とを備える。

【0043】これらのうち、ストライド時間入力部 11、移動状態判別部 12、移動期間判別部 13、歩幅算出部 14、及び消費エネルギー算出部 15 については、第 1 実施形態と略同様の機能を有する。

【0044】変換部 26 には、ストライド時間と速さ感覚との関係を示す速さ感覚テーブル 261、ストライド時間と速度との関係を示す速度テーブル 262、及びストライド時間と歩幅との関係を示す歩幅テーブル 263 の少なくとも一つがあらかじめ用意されている。変換部 26 は、移動期間判別部 13 によって判別された移動期間に含まれる複数のストライド時間のそれぞれに対して、速さ感覚テーブル 261、速度テーブル 262、又

は歩幅テーブル 263 を用いてストライド時間から速さ感覚、速度、又は歩幅に変換する。

【0045】ここで、変換部 26 によって変換された歩幅は、消費エネルギー算出部 15 において、歩幅算出部 14 によって算出された歩幅に代えて消費エネルギーの算出に用いることができる。

【0046】ストライド時間補正処理部 27 は、ストライド時間入力部 11 から入力されたストライド時間データについて必要に応じて補正処理を行う。補正処理の方法としては、不要な振動によって検出された余分なストライド時間を積算するとともに、振動を検出できなかった着地を補間する。具体的には、例えば、余分なストライド時間の積算については、所定の閾値時間以上のストライド時間を検出するとともに、次に検出される所定の閾値時間以上のストライド時間まで所定の閾値時間未満のストライド時間を積算する方法がある。さらに、着地の補間については、ストライド時間の平均値を算出し、平均値の 2 倍の値を中心とする所定の範囲にストライド時間が含まれる場合には、検出ミスがあったものとしてストライド時間を半分に分割する方法がある。

【0047】表示装置 28 は、歩幅のデータを表示する歩幅表示部 24a と、消費エネルギーのデータを表示する消費エネルギー表示部 25a と、速さ感覚を表示する速さ感覚表示部 261a と、速度を表示する速度表示部 262a とを備えている。歩幅表示部 24a には、歩幅算出部 14 によって算出された歩幅のデータ、及び変換部 26 によって変換された歩幅のデータが表示される。消費エネルギー表示部 25a には、消費エネルギー算出部 15 によって算出された消費エネルギーのデータが表示される。速さ感覚表示部 261a には、変換部 26 によって変換された速さ感覚が表示される。速度表示部 262a には、変換部 26 によって変換された速度が表示される。

【0048】本実施形態における消費エネルギー算出装置によれば、被測定者の走行又は歩行に対して連続的に記録されたストライド時間を用いることによって、歩行条件をも考慮して、消費エネルギーを正確に算出することができる。また、ストライド時間のデータのみから消費エネルギーを正確かつ簡便に算出することができる。

【0049】すなわち、移動期間内での消費エネルギーの算出方法について、ストライド時間から一歩ごとの歩幅を求めることができるので、移動距離を正確かつ簡便に算出することが可能となる。そして、正確な移動距離が算出されることで、消費エネルギーを正確に算出することができる。また、消費エネルギーを算出する期間については、ストライド時間から移動状態と静止状態を判別することで、移動に係るストライドのみを確実に選択することができる。さらに、所定の期間以上の連続した移動期間を判別することで、本来の運動に係る移動期間のみを確実に選択して消費エネルギーの算出を

行うことができる。

【0050】また、本実施形態においては、歩幅演算部 14 とは別に、テーブル（関係表）を用いてデータの変換を行う変換部 26 が設けられている。この変換部 26 では、あらかじめ用意されたテーブルを用いているので、ストライド時間から簡便に速さ感覚、速度、又は歩幅に変換することができる。そして、テーブルを用いてストライド時間から歩幅に変換できるので、移動距離が未知であっても歩幅を算出して、消費エネルギーを算出することができる。

【0051】なお、歩幅算出部 14 における歩幅の算出については、移動距離が既知であれば、移動期間に含まれる複数のストライド時間と、その移動期間での移動距離とから、一歩ごとの歩幅を算出することができる。また、移動距離が未知であれば、あらかじめ求められたストライド時間と歩幅との相関を示す関係式などから、一歩ごとの歩幅を算出することができる。

【0052】また、入力されたストライド時間のデータに対して補正処理を行うストライド時間補正処理部 27 を設けている。これにより、所定の閾値時間より短いストライド時間を積算する処理を行うことで、不要な振動の検出が除去される。さらに、所定の範囲に含まれるストライド時間を半分に分割する処理を行うことで、着地の検出ミスが補正されて正確なストライド時間を得ることができる。

【0053】また、本消費エネルギー算出装置 2 によって求められたそれぞれのデータを表示する表示装置 28 が設けられている。この表示装置 28 によって歩幅のデータ、消費エネルギーのデータ、速さ感覚、又は速度、あるいはそれらとストライド時間との相関などが表示されることで、これらの情報を容易に確認することが可能となる。

【0054】上記した実施形態による消費エネルギー算出装置を用いた消費エネルギーの算出方法について具体的に説明する。ここで、消費エネルギーの算出に用いられる歩幅は、身長差や体型、運動能力などによって、被測定者となる個人ごとに異なる。これに対して、図 2 に示すように、あらかじめ被測定者に固定距離 D を様々な速さ感覚で移動してもらい、そのストライド時間及び歩幅などについてのデータを取っておけば、各個人に合わせてストライド時間と歩幅との関係を定めて、消費エネルギーをより正確に算出することができる。あるいは、それらのデータから、変換部 26 においてその個人に適用されるテーブル 261、262、263 をあらかじめ作成することも可能である。

【0055】以下においては、このように消費エネルギー算出の基準として図 2 に示したような移動を行ってもらった際に取得されたデータ例によって、歩幅や消費エネルギーなどの各運動量の値、あるいはそれらの算出方法について説明する。ただし、以下に説明する各運動量

の算出方法は、このような特殊な歩行方法による場合に
限らず、被測定者が通常の走行又は歩行を行っている場
合にも同様に適用が可能である。

【0056】また、各個人に適用されるストライド時間
と歩幅との関係等については、上述したように個人ごと
に基準データを測定して関係式やテーブルを作成するこ
とも可能であるが、例えば、各個人のデータを平均して
求められた一般的な関係式やテーブルなどをあらかじめ
用意しておき、それを用いる方法なども可能である。

【0057】まず、歩幅算出部14における歩幅の算出
方法、及び変換部26における各データの変換方法につ
いて説明する。ここで、ストライド時間と歩幅との関係
が未知の場合を考えると、歩幅を求めるには、連続して
移動（走行又は歩行）していることとその移動距離が必
要である。また、図3のように途中で静止状態が混入し
ていると、距離がわかっても正確な歩幅を求めることは
できない。

【0058】歩幅算出部14においては、移動期間判別
部13によって判別された移動期間について歩幅の算出
を行うとともに、一歩ごとの歩幅がストライド時間にほ
ぼ反比例するとの関係を用いて歩幅を算出する方法を用
いることができる。すなわち、移動期間における移動距
離をD、ストライド時間データ列をs1, s2, ..., s
nとすると、s nの逆数を用いて移動距離Dを内分する
ことで、被測定者ごとの速さに応じた歩幅を算出するこ
とができる。

【0059】具体的には、 $1/s_1, 1/s_2, \dots, 1/s_n$ を求め、その積算値を $IS = \sum (1/s_n)$ とす
れば、一歩ごとの歩幅d1, d2, ..., d nを、 $d_n = D \times (1/s_n) / IS$ で算出できる。図6は、歩幅算
出部14によって求められた歩幅を各移動期間T1~T
4ごとに分けて表したグラフで、縦軸を歩幅、横軸を歩
数としており、A1が期間T1でのゆっくり歩き、A2
が期間T2での普通歩き、A3が期間T3での早歩き、
A4が期間T4でのジョギングを示している。

【0060】なお、図6から、同じ移動期間におけるそ
れぞれのストライド時間は概ね等しいものの、必ずしも
一定とはならないことがわかる。これは、路面の凹凸、
歩きの慣れ、体調などが影響していると考えられる。そ
こで、歩幅の平均値、分散値を求めることによって、被
測定者の歩行能力を評価又は比較することができる。こ
の平均値は被測定者の歩き方に対する歩幅を意味しており、分散値は上記した体調などの影響による歩き方のば
らつきに対応している。また、歩行開始、終了時の歩幅
等が平均からずれることが多いので、距離が短い場合
には、前後5歩程度は平均計算から除去することなどの考
慮が必要ながある。

【0061】また図7は、図6の結果からストライド時
間と歩幅との関係を表したグラフで、縦軸をストライド
時間、横軸を歩幅としており、B1がゆっくり歩き、B

2が普通歩き、B3が早歩き、B4がジョギングを示し
ている。このように、ストライド時間と歩幅との間には
一定の相関がある。そして、このストライド時間と歩幅
との関係を歩幅テーブル263に記憶しておけば、変換
部26において、歩幅テーブル263を用いてストライ
ド時間から歩幅に変換することができる。あるいは、こ
の関係から式を求めて、その関係式を歩幅算出部14で
の歩幅算出に用いても良い。

【0062】図8は、速さ感覚ごとに、移動時間、平均
速度、平均歩幅、歩数、平均ストライド時間、総距離を
まとめた表である。このようなデータから、ストライド
時間と速さ感覚との相関や、ストライド時間と速度との
相関などを求めることができる。

【0063】図9は、ストライド時間と速度との関係を
表したグラフで、縦軸をストライド時間、横軸を速度と
している。この図から、ストライド時間と速度との関係
にはほぼ逆比例の関係があることがわかる。この傾きは
個人ごとに異なり、歩行能力が優れるにしたがって右側
に平行移動してくる。この変化を見れば運動効果の評価
が可能となる。そして、このストライド時間と速度との
関係を速度テーブル262に記憶しておけば、変換部2
6において、速度テーブル262を用いてストライド時
間から速度に変換することができる。あるいは、この関
係から式を求めてその関係式を用いても良い。

【0064】図10は、歩幅と速度との関係を表したグ
ラフで、縦軸を歩幅、横軸を速度としている。さらに、
ストライド時間と速さ感覚との関係も同様に求められ、
速さ感覚テーブル261に記憶しておけば、変換部26
において、速さ感覚テーブル261を用いてストライド
時間から速さ感覚に変換することができる。あるいは、
この関係から式を求めてその関係式を用いても良い。

【0065】図11は、速さ感覚と歩数との関係を表し
たグラフで、縦軸を速さ感覚、横軸を歩数としており、
変換部26によって縦軸のストライド時間が速さ感覚に
変換されている。また、このようなグラフにおいて、横
軸の歩数を時間に変換してやれば、時間の変化に伴う速
さ感覚の変化を知ることができる。さらに、ストライド
時間の変化から被測定者の行動を推定することができ
る。例えば、静止及びゆっくりとした移動を繰り返して
いれば、ショッピングなどの商品を見ながら移動するよ
うな行動をしていると推定することができる。

【0066】次に、消費エネルギー算出部15における
消費エネルギーの算出について説明する。消費エネルギ
ー算出部15は、歩幅算出部14によって算出された歩
幅、又は変換部26によって変換された歩幅と、被測定
者の体重とから消費エネルギーを算出する。すなわち、
例えば、移動期間に含まれる複数のストライド時間のそ
れぞれに対して算出された複数の歩幅から移動距離を求
めることによって、移動距離と被測定者の体重とから消
費エネルギーを算出することができる。

【0067】移動距離からの消費エネルギーの算出方法としては、消費エネルギーが移動距離及び被測定者の体重に比例するとして、その比例関係から消費エネルギーを算出することができる。例えば、体重 1 kg を 1 km 移動するために必要なエネルギーは 1 kcal (4184 J) とされていることから、被測定者の体重と移動距離との積を求めることで消費エネルギーを算出することができる。この方法では、例えば、体重 60 kg の人が 10 km 移動したとすると、 $60 \text{ kg} \times 10 \text{ km} = 600 \text{ kcal}$ となる。

【0068】また、上記以外の算出方法を用いて、消費エネルギーを算出することも可能である。図 12 は、消費エネルギーと速度との関係を体重別に表したグラフで、縦軸を消費エネルギー、横軸を速度としている。また、グラフ W1 ~ W8 については、一番上の W1 が体重 80 kg の場合を示しており、以下 5 kg ずつ軽くなって、一番下の W8 が体重 45 kg の場合を示している。消費エネルギーと速度とは、図 12 に示すように、被測定者の体重に応じて一定の関係があることが知られており、この関係から消費エネルギーを求めても良い。また、運動強度に応じた酸素摂取量を示す METS (Metabolic Equivalent) から消費エネルギーを求めても良い。

【0069】次に、ストライド時間補正処理部 27 におけるストライド時間データの補正処理について説明する。ここで用いた携帯型測定器は、振り子センサによって着地の振動を検出しているが、このような測定器では、振り子センサの固有振動数、体の複雑な振動、足の振り上げ、着地時の強い振動などの影響により、不要な振動が検出される場合がある。特に、足の振り上げ、着地時の強い振動などの影響によって不要な振動が多く発生する。図 13 は、生のストライド時間データの一部を表したグラフで、縦軸をストライド時間、横軸を歩数としている。例えば、図 13 でストライド時間が 100 ms 以下の部分に表れている比較的短いストライド時間が不要な振動の検出を表している。

【0070】不要な振動の検出を除去する方法として、一度着地を検出した後、一定の時間は着地しないことから、その時間は振動を検出しないように不感時間を設定する方法が考えられる。しかし、単純に不感時間を設定するだけでは正確なストライド時間を記録することができないので、ストライド時間に基づいて正確に消費エネルギーを算出するためには、不感時間を設定する方法では解決することができない。

【0071】そこで、ストライド時間補正処理部 27 は、ストライド時間入力部 11 から入力されたストライド時間データに含まれる検出ミスの補正を行う。図 14 は、ストライド時間補正処理部 27 の処理の流れを示すフローチャートである。

【0072】まず、ストライド時間入力部 11 から入力

されたストライド時間から所定の閾値時間以上のストライド時間を検出する (ステップ S1)。次に、ステップ S1 で検出された所定の閾値時間以上のストライド時間から次に検出されるストライド時間までの閾値時間よりも短いストライド時間を積算し、不要な振動の検出を除去する (ステップ S2)。さらに、ストライド時間の平均値を算出する (ステップ S3)。そして、平均値の 2 倍の値を中心とする範囲にストライド時間が含まれる場合に、ストライド時間を半分に分割する処理を行って、検出されなかった着地のデータを補う (ステップ S4)。

【0073】図 15 は、このようにして補正した結果の一部を表したグラフで、縦軸をストライド時間、横軸を歩数としている。これを図 13 と比較すると、図 13 でストライド時間が 100 ms 以下の部分に表れていた不要な振動の検出が除去されている。また、除去されたストライド時間が加算されているため、全体的にストライド時間が増加している。なお、図 3 及び図 4 に示したストライド時間データは、このような補正処理を行った後のものである。

【0074】また、左右の変動周期と振り子センサの固有振動数が共鳴して、振動パターンを発生させることがある。しかし、このような場合は左右の加算平均によって除去することが可能である。

【0075】本発明による消費エネルギー算出装置は、上述した実施形態及び実施例に限られるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、本発明に係る消費エネルギー算出装置に、インターネット経由でストライド時間データを送信し、消費エネルギーを算出することも可能である。

【0076】図 16 は、インターネット経由でストライド時間データを送信し、消費エネルギーを算出するネットワークシステムの概略構成図である。本システムにおいては、例えば、各個人の健康状態を管理している健康センター内に、図 1 又は図 5 に示したような消費エネルギー算出装置 1 が設置される。そして、携帯型測定器 40 に記録されているストライド時間データは、パソコン 41、携帯電話 42、携帯端末 43、又は伝送部 44 などを利用してインターネット 50 経由で健康センターに送信され、健康センター内の消費エネルギー算出装置 1 において消費エネルギーが算出される。また、算出された消費エネルギーは、インターネット 50 経由で、パソコン 41、携帯電話 42、又は携帯端末 43 などを利用して閲覧することができる。

【0077】まず、ストライド時間データを送信した場合の健康センター内における処理について説明する。被測定者である利用者は、インターネット 50 経由で健康センター内の消費エネルギーデータ配信装置 3 にアクセスして、利用者 ID 及びパスワードを入力する。インターフェース部 31 から入力された利用者 ID 及びパスワ

ードは受信部32で受信される。そして、ID認識部33で利用者が認証されると、ストライド時間データの送信が可能となり、課金処理部35で課金処理が行われる。送信されたストライド時間データは、要求判別部34によって消費エネルギー算出装置1に入力される。そして、消費エネルギー算出装置1によって算出された消費エネルギーのデータは、データベース36に記録される。

【0078】次に、消費エネルギーデータを閲覧する場合の健康センター内の処理について説明する。ストライド時間データ送信のときと同様に、利用者はインターネット50経由で健康センター内の消費エネルギーデータ配信装置3にアクセスして、利用者ID及びパスワードを入力する。そして、ID認識部33で利用者が認証されると、要求判別部34からデータ作成部37に出力データ作成の指示が送られる。データ作成部37は、データベース36から利用者の消費エネルギーデータを検索して送信部38に出力する。そして、利用者の消費エネルギーデータは、送信部38からインターフェース部31に送信されて、インターネット50経由で利用者へ送信される。ここで、パソコン41を利用してホームページから消費エネルギーデータを閲覧する場合は無料であるが、携帯電話42を利用して閲覧する場合には、携帯電話42の画面用に表示が変換され、一回当たり所定の料金が課金される。この料金は、一月ごとに集計して利用者に請求される。

【0079】上記のように、本発明による消費エネルギー算出装置を用いた消費エネルギーデータ配信装置によれば、被測定者は、その歩幅や消費エネルギーなどの運動量のデータを容易に知ることができる。また、このような消費エネルギー算出装置は、各家庭などに配置しても良い。

【0080】このような消費エネルギーなどのデータは、生活習慣の客観的な情報として、ダイエットなどの健康管理ばかりでなく、糖尿病患者の運動量把握、スポーツ選手の運動量把握にも応用が可能である。また、本発明で用いた手法は、運動における繰り返しサイクルの周期時間が基本となっており、他のスポーツにも応用が可能である。例えば、水泳のストロークに対応させることで、水泳選手のストローク距離、ストローク時間に応用することができる。

【0081】なお、上述した消費エネルギー算出装置では、ストライド時間から求められた歩幅から、例えば被測定者の移動距離によって消費エネルギーを算出している。走行や歩行に関する限り、被測定者の消費エネルギーは移動距離が同じであればほとんど同じである。したがって、上記した算出方法によれば、走行や歩行による消費エネルギーを移動速度などによらずに正確に評価することができ、被測定者に対して適正な運動の目安等を提供することができる。

【0082】また、被測定者の歩幅自体も、運動量のデータとして有効である。すなわち、走行又は歩行での歩幅は、個人差はあるが、速く移動すれば歩幅が広くなる。そして、この歩幅は、被測定者の筋力に依存し、筋力がなければ歩幅を広げることができない。したがって、一定期間にわたる歩幅の変化をみることにより、被測定者の筋力はや心肺機能等の強化について評価することができる。

【0083】

10 【発明の効果】以上、詳細に説明した通り、本発明に係る消費エネルギー算出装置は、被測定者の走行又は歩行に対して連続的に記録されたストライド時間を用いることによって、歩行条件をも考慮して、消費エネルギーを正確に算出することができる。また、ストライド時間のデータのみから消費エネルギーを正確かつ簡便に算出することができる。

20 【0084】すなわち、移動期間内での消費エネルギーの算出方法について、ストライド時間から一歩ごとの歩幅を求めることができるので、移動距離を正確かつ簡便に算出することが可能となる。そして、正確な移動距離が算出されることで、消費エネルギーを正確に算出することができる。また、消費エネルギーを算出する期間については、ストライド時間から移動状態と静止状態を判別することで、移動に係るストライドのみを確実に選択することができる。さらに、所定の期間以上の連続した移動期間を判別することで、本来の運動に係る移動期間のみを確実に選択して消費エネルギーの算出を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】第1実施形態に係る消費エネルギー算出装置の構成を示すブロック図である。

【図2】ストライド時間データを記録する際に被測定者が行った歩行（走行）方法を示す図である。

【図3】図2に示す方法で記録したストライド時間データを表したグラフである。

【図4】図3のグラフを縦軸方向に拡大したグラフである。

【図5】第2実施形態に係る消費エネルギー算出装置の構成を示すブロック図である。

40 【図6】各移動期間ごとの歩幅を表したグラフである。

【図7】ストライド時間と歩幅との関係を表したグラフである。

【図8】速さ感覚ごとに、移動時間、平均速度、平均歩幅、歩数、平均ストライド時間、総距離をまとめた表である。

【図9】ストライド時間と速度との関係を表したグラフである。

【図10】歩幅と速度との関係を表したグラフである。

50 【図11】速さ感覚と歩数との関係を表したグラフである。

【図12】消費エネルギーと速度との関係を表したグラフである。

【図13】生のストライド時間データの一部を表したグラフである。

【図14】ストライド時間補正処理部における処理の流れを示すフローチャートである。

【図15】ストライド時間補正処理後のストライド時間データの一部を表したグラフである。

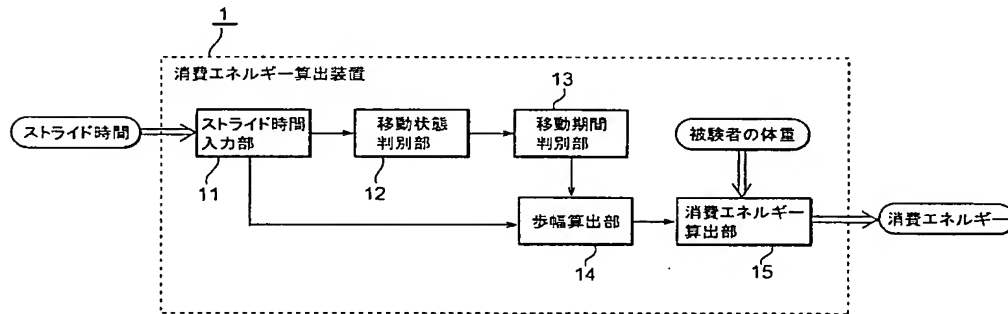
【図16】インターネット経由でストライド時間データを送信し、消費エネルギーを算出するネットワークシステムの概略構成図である。

【符号の説明】

1、2…消費エネルギー算出装置、11…ストライド時

間入力部、12…移動状態判別部、13…移動期間判別部、14…歩幅算出部、24a…歩幅表示部、15…消費エネルギー算出部、25a…消費エネルギー表示部、26…変換部、27…ストライド時間補正処理部、261…速さ感覚テーブル、261a…速さ感覚表示部、262…速度テーブル、262a…速度表示部、263…歩幅テーブル、3…消費エネルギーデータ配信装置、31…インターフェース部、32…受信部、33…ID認識部、34…要求判別部、35…課金処理部、36…データベース、37…データ作成部、38…送信部、40…携帯型測定器、41…パソコン、42…携帯電話、43…携帯端末、44…伝送部、50…インターネット。

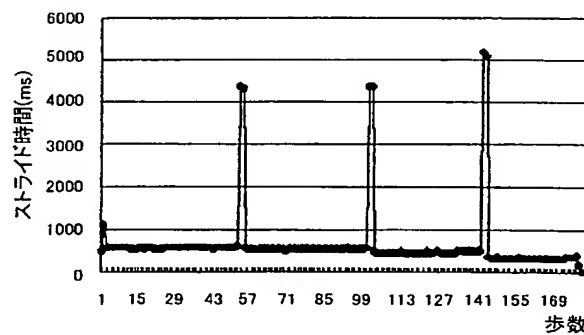
【図1】



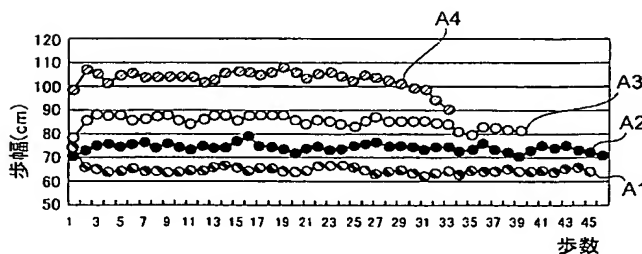
【図2】



【図3】



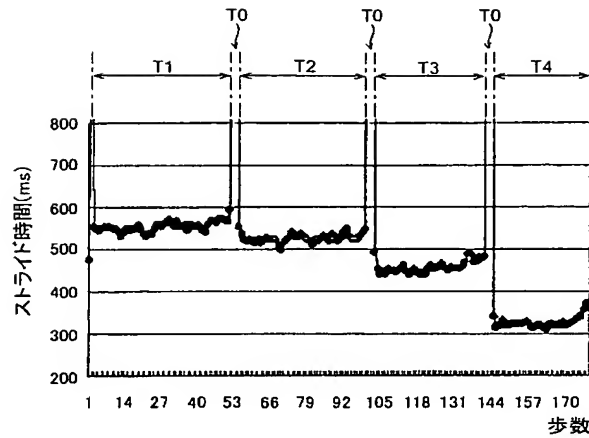
【図6】



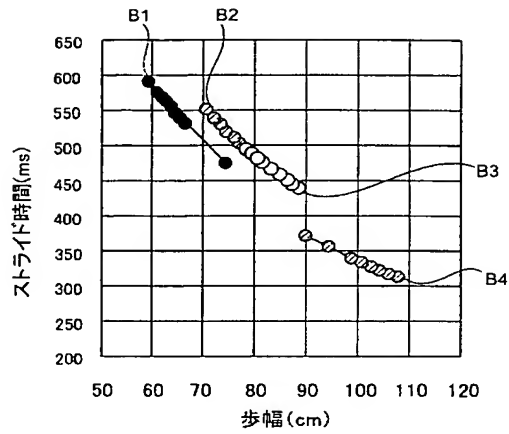
【図8】

| 期間 | ゆっくり歩き | 普通歩き | 早歩き | ジョギング |
|---------------|--------|-------|-------|-------|
| 時間(秒) | 29.2 | 24.1 | 18.2 | 10.7 |
| 平均速度(km/h) | 3.2 | 3.9 | 5.2 | 8.8 |
| 平均歩幅(cm) | 61.8 | 70.8 | 81.0 | 97.1 |
| 歩数(歩) | 55 | 48 | 42 | 35 |
| 平均ストライド時間(ms) | 530.3 | 502.6 | 434.2 | 305.8 |
| 総距離(cm) | 3400 | 3400 | 3400 | 3400 |

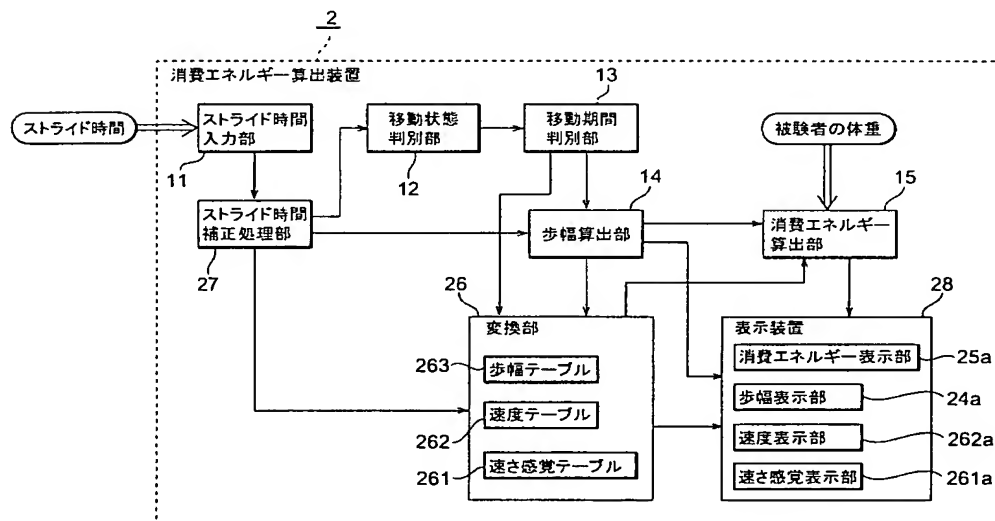
【図4】



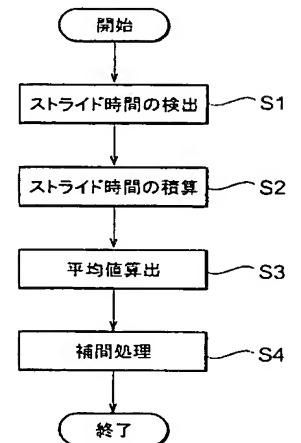
【図7】



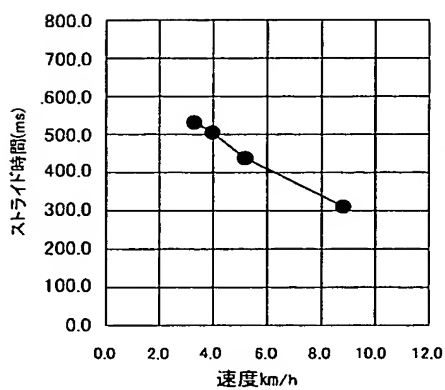
【図5】



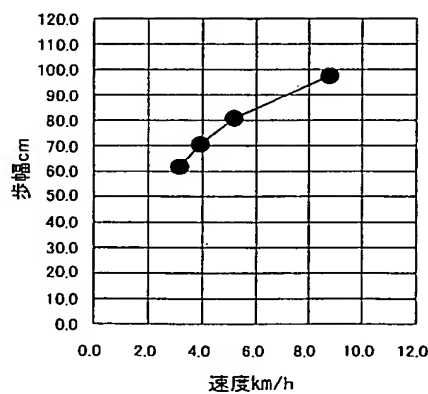
【図14】



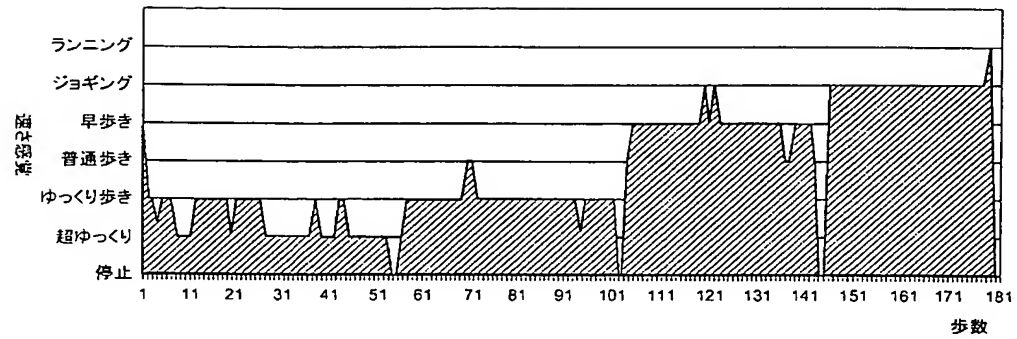
【図9】



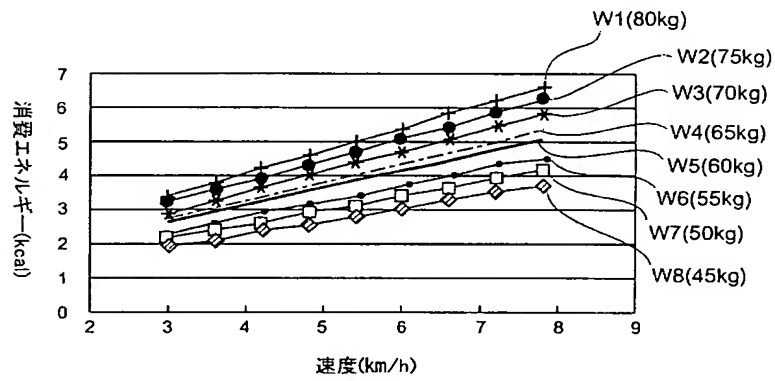
【図10】



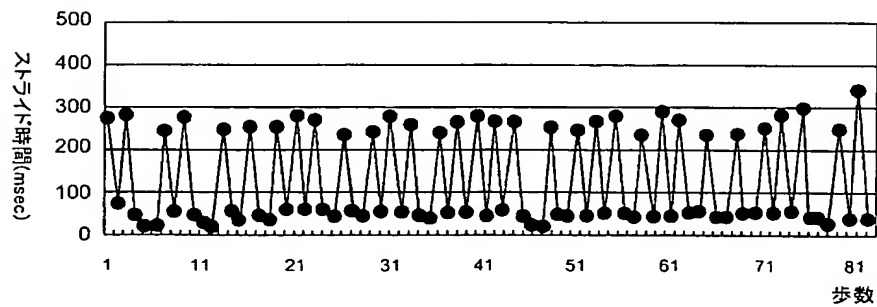
【図11】



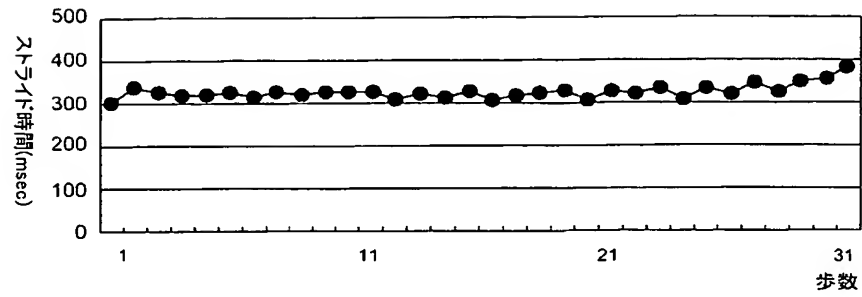
【図12】



【図13】



【図15】



【図16】

